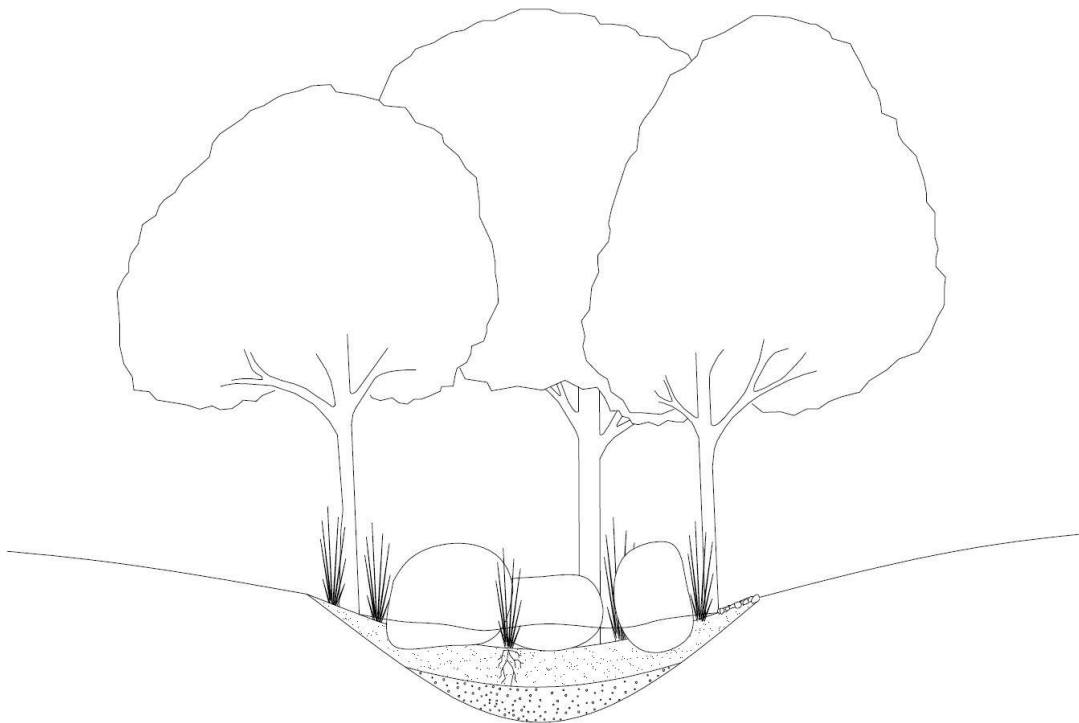


Öppna dagvattensystem

– en fallstudie

Water Sensitive Urban Design – a case study

Andreas Ivarsson & Jacob Brobeck



Självständigt arbete • 15 hp

Landskapsingenjörsprogrammet

Alnarp 2016

Öppna dagvattensystem – En fallstudie

Water Sensitive Urban Design – a case study

Författare Andreas Ivarsson & Jacob Brobeck

Handledare: Eva – Lou Gustafsson, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Btr handledare Åsa Bensch, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Jesper Persson, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 HP

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Examensarbete i landskapsarkitektur inom landskapsingenjörsprogrammet

Kurskod: EX0793

Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2016

Omslagsbild: Andreas Ivarsson & Jacob Brobeck

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Dagvattensystem, Gröna tak, Dagvattenplantering, Rain garden, Biofilter, Hållbar stadsutveckling

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Förord

Detta arbete är skrivit i landskapsarkitektur inom landskapsingenjörsprogrammet på Sveriges lantbruksuniversitet i Alnarp.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Eva-Lou Gustafsson som under hela arbetet tagit sig tid att handleda oss. Vi vill även tacka Ann – Mari Fransson som möjliggjorde kontakten med Helsingborg stad, samt Linda Karlsson på Helsingborg stad som har försett oss med underlag. Sist men inte minst vill vi tacka vår biträdande handledare Åsa Bensch som handledde oss under vår projektering.

Alnarp, 2016

Andreas Ivarsson, Jacob Brobeck

Sammanfattning

Nybyggnationen i Helsingborg Ångfärjetomten är under planering. En ny central mötesplats vid kajområdet i centrala Helsingborg ska göra staden mer attraktiv och främja både näringsliv och turism.

Föreliggande studie presenterar förslag för hur Helsingborg stad kan använda sig av öppna dagvattensystem för att ta hand om dagvattnet på platsen. Med en fördjupad kunskap kring öppna dagvattensystem har författarna efter en litterär studie applicera deras kunskaper i praktiken. För platsen utvalda dagvattensystem försöker de kombinera olika systemen på ett sätt så att vattnet i så stor utsträckning som möjligt har chans att påverkas av öppna dagvattensystems positiva egenskaper.

När idéplanen och projektering står klar får författarna chans att ta ett steg tillbaka och titta opartiskt på deras förslag om öppna dagvattensystem. Detta ger dem chansen att reflektera kring deras val och möjlighet att ställa frågor som: Kan man motivera öppna dagvattensystem vid ny exploatering i urban miljö?

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
Bakgrund	1
Frågeställning	2
Avgränsning	2
2. Material och metod	3
3. Exempel på öppna dagvattensystem	4
3.1 Definition	4
3.2 Gröna tak	4
3.3 Svackdiken	4
3.4 Rain gardens	4
3.5 Genomsläppliga beläggningar	4
3.6 Dagvattenplantering	5
3.7 Dagvattendammar	5
4. Bakgrund Ångfärjan	6
4.1 Platsens förutsättningar	6
4.2 Nederbördsstatistik	7
5. Fördjupning	8
5.1 Gröna tak	8
5.1.1 Gröna tak vattenreducerande förmåga	8
5.1.2 Renande förmåga hos gröna tak	8
5.1.3 Uppbyggnad	8
5.1.3.1 Växtjordlager	9
5.1.3.2 Filtrande lager	9
5.1.3.3 Dräneringslager	9
5.1.3.4 Rotskydd	9
5.1.3.5 Tätskikt	9
5.2 Biofilter - Upphöjda och nedsänkta	10
5.2.1 Biofilters vattenreducerande förmåga	10
5.2.2 Biofilters renande förmåga	10
5.2.3 Nedsänkta biofilter (Rain gardens)	11
5.2.4 Upphöjda biofilter (Dagvattenplanteringar)	12
5.2.5 Uppbyggnad	12

5.2.5.1 Infiltration	13
5.2.5.2 Filtrering	13
5.2.6 Växtval och växtförutsättningar	13
6. Slutsats och processbeskrivning	14
6.1 Inledande process	14
6.2 Utförandet.....	16
6.3 Helsingborgs stads lösning	21
7. Diskussion	23
8. Källor.....	25

1. Inledning

Bakgrund

Vi är intresserade av att göra ett arbete som både var teoretiskt och praktiskt. Gärna något som har med dagvattenhantering att göra. Dagvattenhantering är något som man alltid måste ha i åtanke när man arbetar med utemiljöer. Den oundvikliga exploateringen av urbana miljöer medför att antalet hårdgjorda ytor ständigt kommer öka. Hårdgjorda ytor medför en direkt påfrestning för dagvattenhanteringen, då infiltrationen är mycket sämre än i naturmark. Detta i samband med eventuella klimatförändringar och ökad nederbörd leder till ännu mer påfrestningar för hanteringen av dagvatten. Därför ansåg vi att en fördjupning inom detta ämne är fördelaktigt. Vi kom i kontakt med Ann-Mari Fransson under föreläsningen om tidsplanering. Hon tipsade om ett projekt i Helsingborg där hon var engagerad, där de hade problem med dagvattenhantering. Där skulle vi få möjlighet att både göra en litteraturstudie som vi sedan använder som grund för en praktisk projektering.

Enligt Junestedt et al (2007) är dagvatten det vatten från nederbörd som inte kan tas hand om genom naturlig infiltration. Hårdgjorda ytor medför en ökad volym av dagvatten då de inte förmår att infiltrera såsom en grön yta naturligt hanterar vattnet. Peter Stahre (2004) beskriver hur tillväxten av tätorter i landet leder till att risken för överbelastning av de traditionella ledningssystemen ökar. De flesta centrala delar av större städer, som är byggda innan 1960 har avledningssystem som är kombinerade. Det vill säga att dagvattnet och avloppsvattnet delar ledningssystem. Stahre skriver vidare att vid kraftigt regn kan detta leda till att lågt belägna källare blir översvämmade av avloppsvatten. Det medför också en risk för att mindre renat vatten släpps ut, och detta försämrar våra avloppsverk.

Stahre (2004) skriver vidare att man idag anlägger så kallade duplikatsystem där man skiljer på de olika ledningarna. Detta betyder att centrala delar av en större stad använder sig av kombinerade ledningssystem som kopplas ihop med duplikatssystemen i områdena som byggs utanför staden.

Stahre (2004) beskriver hur de lösningar som ofta diskuteras tar för lång tid och är onödigt kostsamma. Ett exempel på en sådan lösning är fördröjningsmagasin som kan ta upp större volymer, och minska flödestrycket vid större regnfall. Ett annat sätt är att förlänga transportsträckan genom att bygga ut ledningar. Ett alternativ till de nyss nämnda förslagen är att fördröja dagvattnet lokalt genom öppna dagvattenlösningar innan vattnet går vidare i avledningssystemen. Stahre påpekar att fördröjningen inte är det absoluta sättet att hantera dagvattnet men att förslagen kompletterar varandra. Stahre menar att man bör bejaka inställningen till att öppna dagvattensystem inte längre bara ses som en va-angelägenhet utan att det även finns andra positiva faktorer som kommer med anläggandet av en öppen dagvattenhantering.

Frågeställning

Kan man motivera öppna dagvattensystem vid ny exploatering i urban miljö?

Avgränsning

Vi kommer att göra en grund beskrivning av öppna dagvattensystem för att hitta lämpliga lösningar för platsen. De lösningar som vi anser skulle passa gör vi en fördjupad studie av.

2. Material och metod

Vi kommer att göra en litteraturstudie där vi går igenom olika dagvattensystem, för att sedan göra en fördjupning av de lösningar som vi tycker passar till platsen. Kunskapen från de utvalda systemen kommer att forma projekteringen av vår fallstudie.

I fördjupningen ska vi få en uppfattning av uppbyggnaden kring olika system och dess volymmässiga vattenreducerande förmåga och deras renande förmåga.

Vi räknar med att få tillgång till underlagsfiler för projekteringen samt en problematisering av platsen via Ann-Mari Fransson, eller någon av hennes kontakter. Vi räknar också med att vi under de första veckorna kommer att kunna besöka platsen med någon som är involverad i projektet, då vi behöver ha gjort besöket innan vi kan fördjupa oss i utvalda dagvattensystem. Vid besöket kommer vi att inventera platsen för att kunna anpassa projekteringen efter den befintliga miljön.

3. Exempel på öppna dagvattensystem

3.1 Definition

Stahre (2004) definierar öppna dagvattensystem som ett samlingsnamn för anläggningar som omhändertar en del dagvatten likt naturens egna kretslopp. Resterande vatten förs vidare till allmänna dagvattensystem. Olika system hanterar nederbördsvattnet olika t.ex. genom infiltration, perkolation och fördröjning i dammar. Det som är gemensamt för öppna dagvattensystem är att vattnet är synligt under avrinningsförloppet.

3.2 Gröna tak

Gröna tak är vegetationssystem som är placerade ovanpå byggnader i estetiska eller ekologiska syften (Emilsson, 2006, s3). Gröna tak är ett brett begrepp som innehåller alla typer av planteringar på tak, men begreppet används oftast som ett namn för tunna och lättskötta sedumbeväxta mattor (Dunnett och Clayden 2007). Dietz (2007) beskriver hur upptagningen av vattnet på ett grönt tak sker i kombination med att vattnet lagras i överbyggnaden samt att växterna evaporerar. Stahre (2004) skriver att gröna tak är effektiva vid mindre regn då de kan ta upp majoriteten av allt vatten som faller. Räknat under en längre period tas ungefär hälften av allt vatten upp som faller på taket.

3.3 Svackdiken

Enligt Länsstyrelsen (2015) är svackdiken utformade som kanaler. De är grunda, breda och omsluts av svagt sluttande sidor täckta av tät gräsvegetation. Det dagvatten som passerar ett svackdike fördröjs av vegetationen, samtidigt som föroreningar separeras. Genom att fördröja vattenhastigheten avlastas efterkommande instanser i hanteringen av dagvattnet då det inte transporteras lika snabbt som i traditionella ledningar och eftersom en del rening av vattnet sker.

3.4 Rain gardens

Definitionen av en rain garden kan sägas vara en planterad sänka i landskapet som skall ta upp allt eller så mycket som möjligt av närområdets dagvatten. Sänkan tar hand om dagvattnet genom tillfällig magasinering medan det infiltreras i marken (Dunnett och Clayden 2007). Ytan skall även omfatta en fördröjnings- och översvämningsszon (Lindfors et al. 2014).

3.5 Genomsläppliga beläggningar

Bruce K. Fergusson (2005) skriver om genomsläppliga beläggningar, och menar på att det är det mest effektiva systemet att ta hand om stora mängder dagvatten i hårdgjorda miljöer. Han liknar genomsläppliga beläggningar med den heliga gralen inom branschen och säger vidare att det är den viktigaste uppfinningen inom dagvattenhantering. För att en beläggning ska räknas som genomsläpplig menar Fergusson att det ska finnas utrymme i beläggningarna som

släpper in både luft och vatten. Ytor med genomsläppliga beläggningar låter på så sätt dagvatten som finner sig på ytan infiltreras naturligt ner i jorden (Dunnett och Clayden 2007).

3.6 Dagvattenplantering

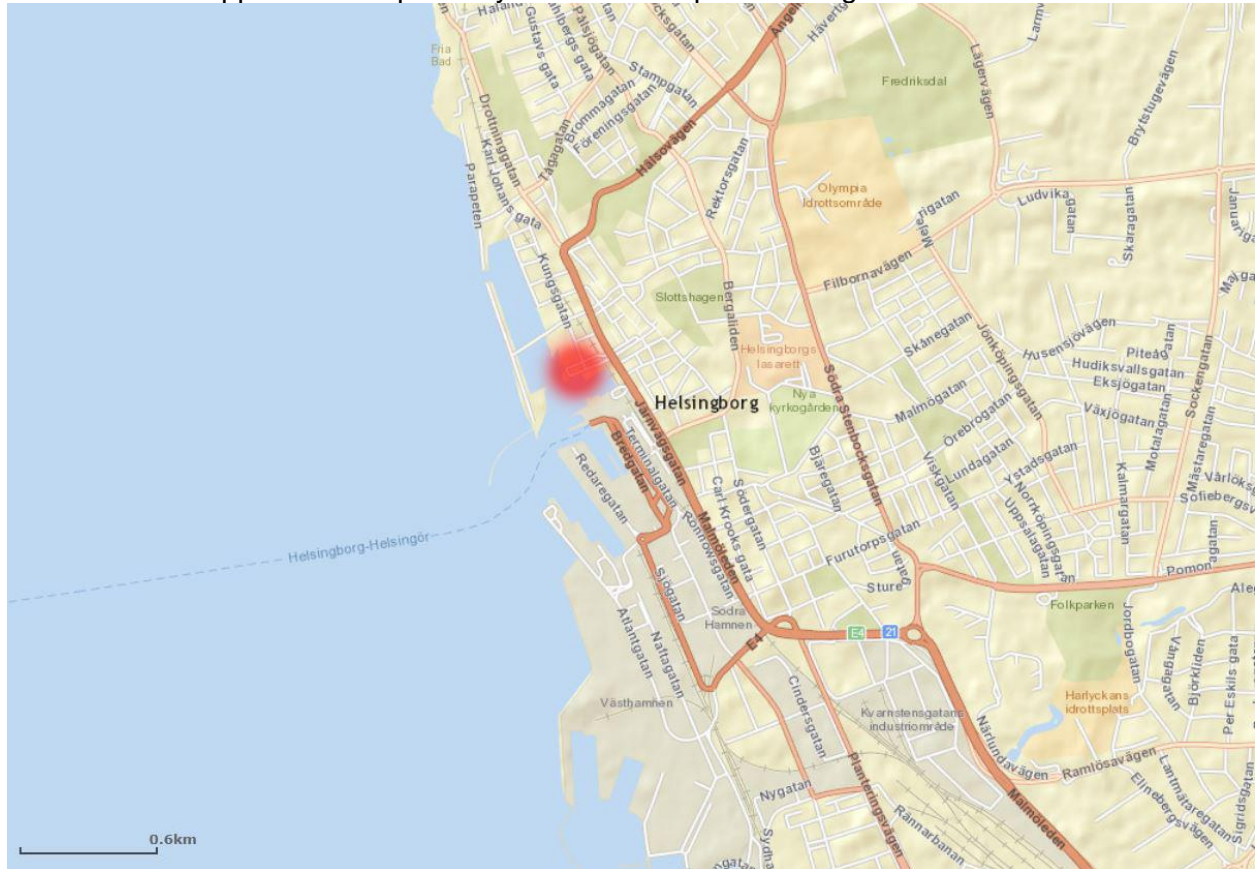
Dunnett och Clayden (2007) beskriver att dagvattenplantering är en upphöjd växtbädd som tar hand om regnvatten direkt från taken via stuprören. Planteringen tar hand om vattnet via infiltration, evaporation, transpiration samt magasinering i växtbädden. Det första vattnet som når planteringen infiltreras i bädden men om inflödet av vatten överstiger infiltrationen bildas en vattensamling.

3.7 Dagvattendammar

Dunnett och Clayden (2007) beskriver dagvattendammar som en ogenomtränglig, ständigt vattenfylld reservoar som ofta är sista stoppet för dagvattnet. Det har till skillnad från vanliga dammar ett inflöde av dagvatten vilket höjer och sänker vattennivån. Detta gör att de efterliknar naturliga sjöar där vattennivån inte är konstant. Detta är en av de vanligaste lösningarna som är synlig i landskapet.

4. Bakgrund Ångfärjan

Helsingborg stad har beslutat om en ombyggnation vid Ångfärjetomten. De ska bygga ut ca 1500 m² med hopp om att skapa en ny central mötesplats. Se Figur 1.



Figur 1. Kartan visar Helsingborg där den röda markeringen är Ångfärjetomten(<http://kartor.helsingborg.se/stadsatlas/>) Hämtad 2015-17-12

Planeringen inleddes under hösten 2015 och projektet har ambitionen att börja i början av 2016. Det finns ett mål med satsningen vilket är att skapa en attraktiv mötesplats i centrala Helsingborg. Detta är något som tros skapa ett större intresse för staden och i förlängningen påverka allt från näringsliv till turism.

Tanken är att man ska bygga ut mot den inre hamnen och flytta byggnaden för att göra plats för ett nytt hotell - och kongressbyggnad. I samband med nybygget ska även ett parkstråk anläggas. Parken kommer att ligga mellan hotell - och kongressbyggnaden och ångfärjestationen (Helsingborg 2015).

4.1 Platsens förutsättningar

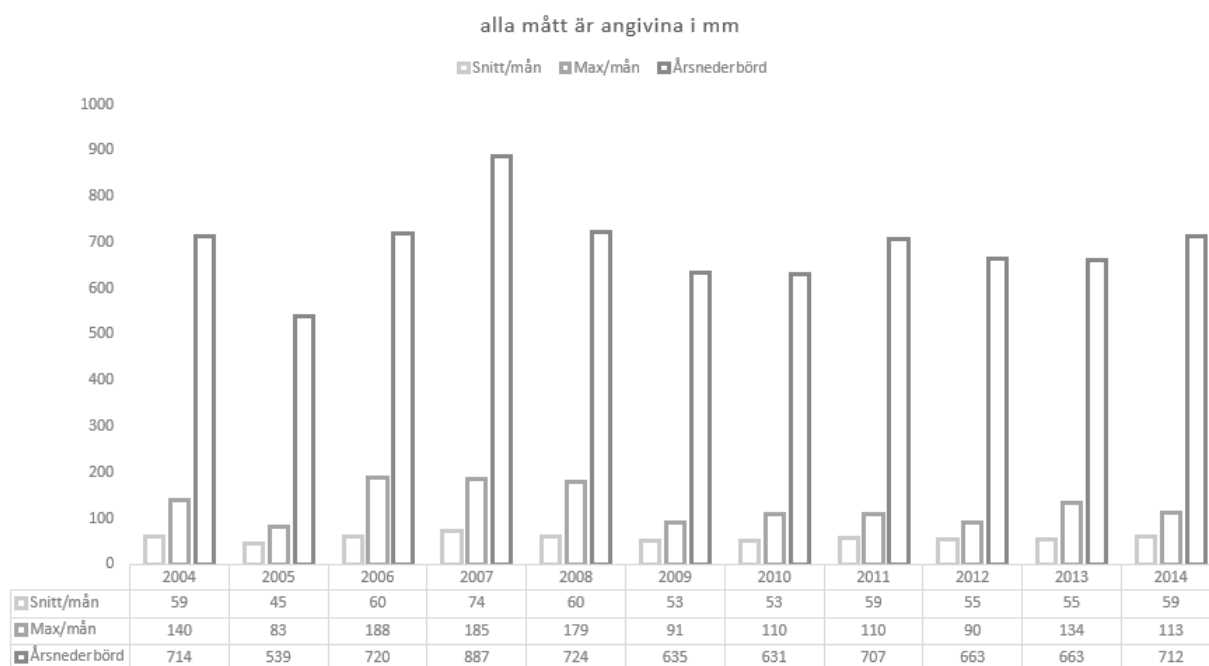
Helsingborg stad skriver på sin hemsida att staden redan idag har problem med kväveoxid. De uppger att deras kväveoxiddmängd överskrider miljö kvalitetsnormerna (Helsingborg 2015).

Miljökvalitetsnormerna är en förordning som ser till att skydda miljön och människors hälsa, framtagna av regeringen. Det är också ett krav för vårt medlemskap i EU (Naturvårdsverket 2015). SMHI (2015) skriver på sin hemsida om hur höga koncentrationer av kväveoxid kan öka risken för att folk dör i förtid med 12-14 % och att kväveoxid är en indikator på att det finns andra föroreningar i luften. Green roofs (2013) skriver hur vegetation reducerar kväveoxid genom att magasinera förorenade partiklar.

4.2 Nederbördsstatistik

För att få en uppfattning om mängden nederbörd har vi via SMHI fått fram data på nederbördsstatistik som vi har sammanställt. Se figur 2.

Dunnett och Clayden (2007) förklarar hur en milliliter regn genererar en liter dagvatten per kvadratmeter. Dessa variabler ger oss en uppfattning om mängden dagvatten som skall hanteras på platsen. Vi anser att det är nödvändig fakta när det kommer till dimensionering av de olika systemen.



Figur 2. Sammanställning av nederbördsstatistik i Helsingborg. Illustration av Andreas Ivarsson, Jacob Brobeck

5. Fördjupning

Se Processbeskrivning *kap 6.1* för motivation till fördjupning.

5.1 Gröna tak

5.1.1 Gröna tak vattenreducerande förmåga

Dietz (2007) berättar att ett grönt tak kan ta upp till 70 % av det fallna vattnet, beroende på var platsen är belägen. Ett medelvärde för hur mycket vatten som absorberas och avdunstar av ett grönt tak är enligt Dietz 63 %. Överbyggnadens tjocklek definierar om taket är extensivt eller intensivt. Tjockleken på överbyggnaden har enligt Dietz rapport ingen direkt påverkan på takets upptagningsförmåga, så länge överbyggnaden är mellan 2 - 12 cm. Däremot skiljer sig skötselinsatsen på de olika överbyggnadstyperna. Intensiva gröna tak har generellt tjockare överbyggnad och kräver mer skötsel än de extensiva, vars överbyggnad generellt är mindre. Enligt Dietz (2007) finns det en ekonomisk vinning av att göra överbygganden för ett grönt tak så tunn som möjligt, utan att det påverkar den volymmässiga hanteringen av dagvattnet. Dietz visar dock på att ett tak med mindre överbyggnad än 5 cm riskerar frostsprängning.

5.1.2 Renande förmåga hos gröna tak

Dunnett och Kingsbury (2004) skriver hur vegetation i urban miljö kan fånga upp luftföroreningar när det passerar växten. Materialet fastnar på bladet eller stammen. Därifrån sköljs föroreningarna ner i jorden med hjälp av regnvatten.

Gröna tak har en förmåga att fånga upp tungmetaller. Det finns studier som visar att gröna tak kan ta upp till 95 % av kalium, koppar och bly och 16 % av zink (Dunnett och Kingsbury 2004). Bly, zink och koppar är vanliga material att använda sig av vid takbygge. Gröna tak kan hjälpa till att begränsa mängden korrosion från dessa metaller som förorenar dagvattnet (Dunnett och Kingsbury 2004).

5.1.3 Uppbyggnad

Dunnett och Kingsbury (2004) skriver om hur gröna tak kan anläggas på de flesta material, trä, betong, stål och plast. Det viktiga är inte materialet som ligger på taket utan snarare att ytan är vattentät och jämn. En viktig skillnad är att extensiva tak kräver lägre viktkapacitet då deras överbyggnad är lägre. Intensiva tak kräver generellt en tjockare överbyggnad och har därmed högre vikt.

Dunnett och Kingsbury (2004) menar att det inte finns en uppbyggnad för att konstruera ett grönt tak men att det finns huvudsakliga funktioner som lagren på ett grönt tak måste ha, så som att vara väderbeständigt, skydda takets yta från skador från t.ex. rötter och vatten, samt ge stöd för vegetationens utveckling *se figur 3*.

5.1.3.1 Växtjordlager

Weiler och Scholz-Barth (2009) menar att i ett annars konstgjort system, fungerar växtjordlagret som viktig komponent för att växterna ska kunna ta till sig näring och vatten. Jordens dräneringsförmåga kan komma att försämrats med tiden, när det organiska materialet som bryts ned i lagret kompaktera jorden. Vilken typ av jord och hur tjock överbyggnad det ska vara varierar beroende på vad man har tänkt plantera, platsens förutsättningar och takets storlek (Weiler och Scholz-Barth 2009).

5.1.3.2 Filtrerande lager

Det filtrerande lagret består ofta av en typ av geotextil. Filtret används mellan växtjordlagret och dräneringslagret för att släppa genom vatten och samtidigt separera de olika materialen (Weiler och Scholz-Barth 2009).

5.1.3.3 Dräneringslager

Dunnett & Kingsbury (2004) menar att ett korrekt konstruerat grönt tak inte ska låta något vatten rinna av direkt från ytan. Om vatten blir stående på ett grönt tak är det dräneringslagrets uppgift att ta hand om vattnet. Lutningen på ett grönt tak spelar roll för vattnets avrinning. Platta tak, jämfört med tak som har en lutning på minst 5 % har dubbelt så stor risk att drabbas av fuktskador.

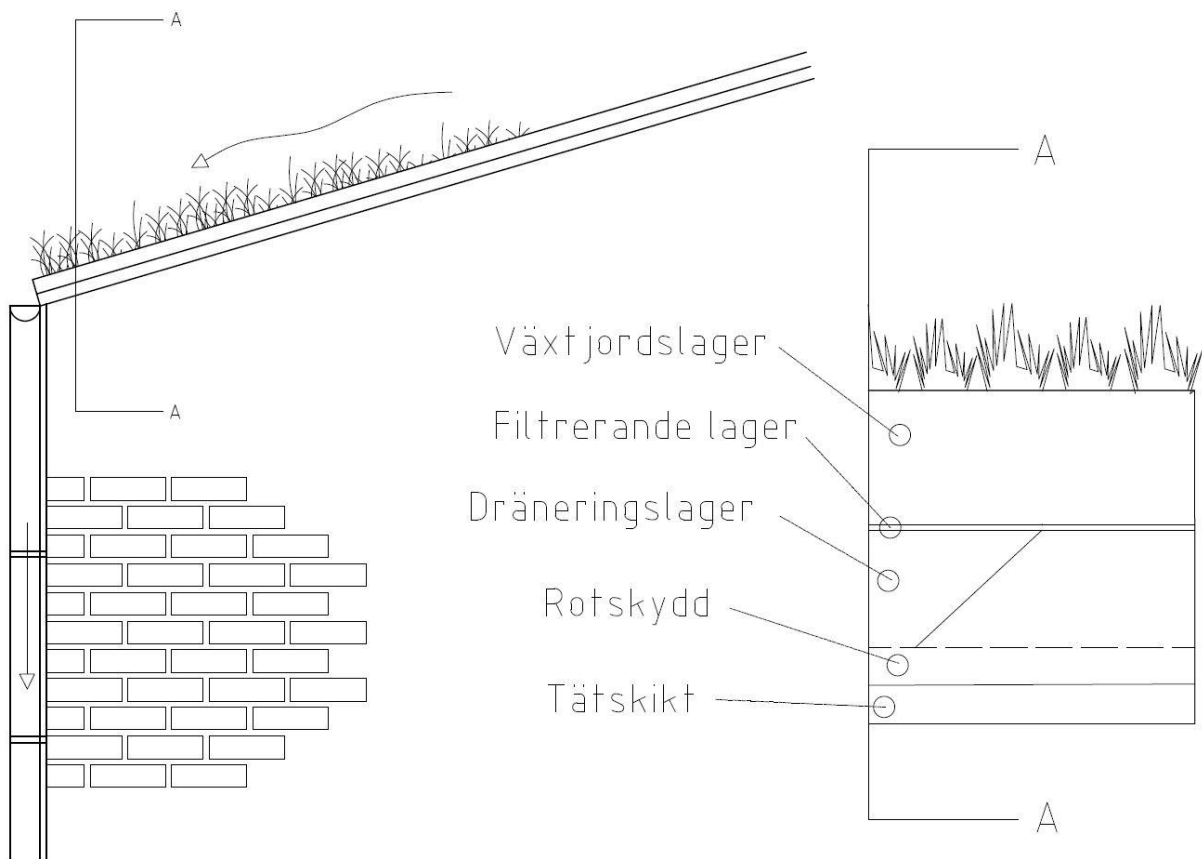
Ett dräneringslager har flera fundamentala uppgifter för ett grönt tak. En uppgift är att skydda tätskiktet från fuktskador. Stående vatten på ett grönt tak kan medföra att dess termiska isoleringsförmåga förloras (Dunnett & Kingsbury 2004). Ett dräneringslager är inte ett måste för att ett grönt tak ska fungera. Lutar taket 5 % eller mer är ett dräneringslager inte motiverat i avrinningssyfte. Växter på ett grönt tak kan skadas av att avrinningen blir för effektiv om man kombinerar ett dräneringslager med en brant lutning Dunnett & Kingsbury (2004).

5.1.3.4 Rotskydd

Om något av lagren i uppbyggnaden av ett grönt tak innehåller ett organiskt material, som t.ex. ett tätskikt i asfalt, är det av stor vikt att det finns något som skiljer tätskiktet (se kap 5.1.3.5) från växtjordlagret, annars kommer rötterna att penetrera tätskiktet. Rotskydd är vanligtvis gjort av plast (Dunnett & Kingsbury 2004).

5.1.3.5 Tätskikt

Dunnett & Kingsbury (2004) beskriver tätskiktet som det lager som ska se till att vattnet inte når längre ner än till botten av det gröna takets konstruktion. Det vanligaste tätskiktet är gjort av asfalt. Men det finns även andra alternativ som plast, syntetiskt gummi eller vätskebaserat tätskikt, som målas dit. Asfalt är det klart mest robusta alternativet, det medför också nackdelar såsom att ett rotskydd krävs. Asfaltbaserade tätskikt har också en förmåga att spricka pga. värme och ultraviolett strålning och har därför en livslängd på ca 15- 20 år. Dunnett & Kingsbury skriver vidare att plast eller gummi är ett bra alternativ om det görs på rätt sätt. Det finns risk för att rötterna tränger genom skiktet på de platser man fäster samman de olika täckena av plast/gummi. Vätskebaserade tätskikt är ett bra alternativ om det ska appliceras på en svårformad plats.



Figur 3 Uppbyggnaden av ett grönt tak. Illustration av Andreas Ivarsson & Jacob Brobeck

5.2 Biofilter - Upphöjda och nedsänkta

5.2.1 Biofilters vattenreducerande förmåga

Biofilter har en förmåga att samla dagvatten, med hjälp av växtjorden. Vatten infiltreras genom växtjorden samt i marken runt omkring. Detta sker naturligt. En liten del av vattnet kommer även att avdunsta (evaporeras) av energin från solljus. Vatten tas upp av växtjordens porer som tas upp av växternas rötter. 90 % av vattnet som tas upp av rötterna övergår till ånga genom transpiration via växtens blad (Prince George's County, 2007).

5.2.2 Biofilters renande förmåga

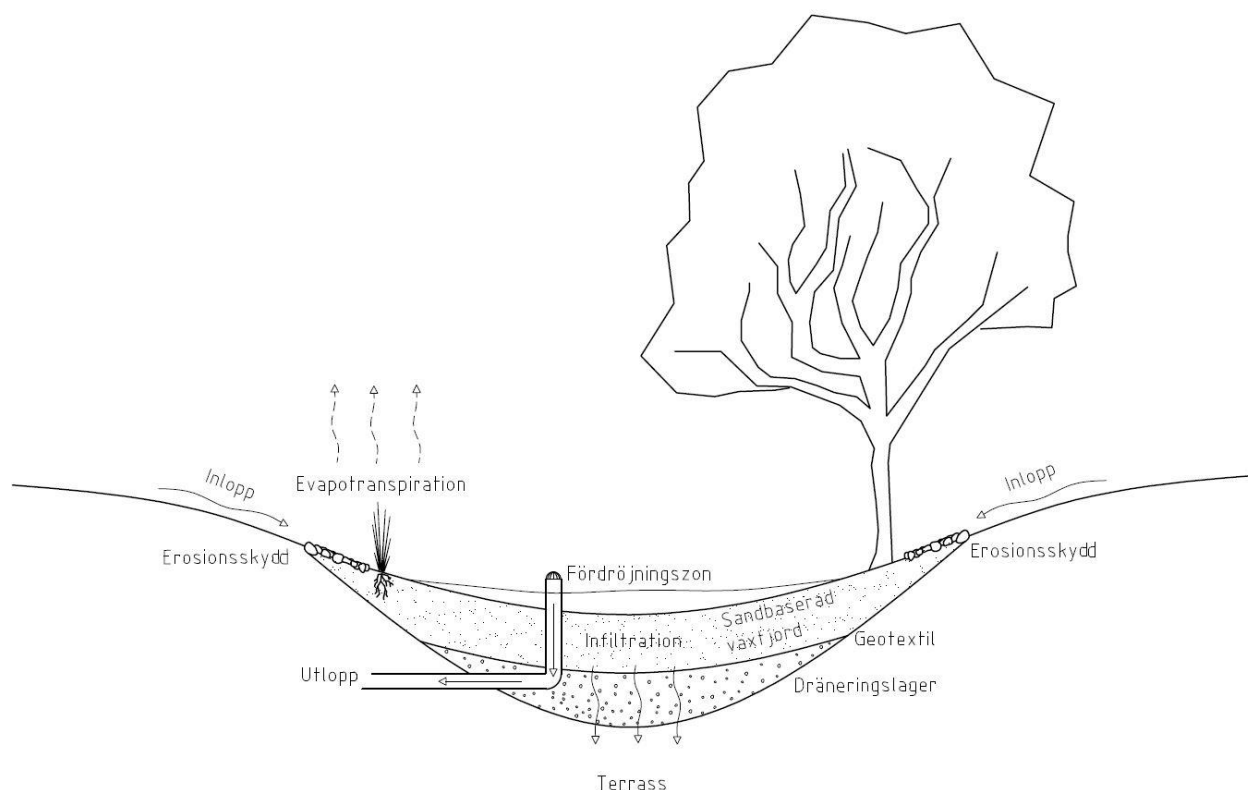
Biomassa (humus) kring biofilter adsorberar tungmetaller och nitrat. Med detta menar man att föroreningarna fastnar på ytorna av partiklarna i biomassan. Nitrifikation sker när bakterier oxiderar ammoniak och ammoniumjoner och bildar nitrat (NO_3) en löslig form av kväve som sedan tas upp av växter. När det är varmt ute, är det ofta lågt syreinhåll i jorden, då sker denitrifikation. Organiskt material frodas och mikroorganismer ser genom förångning till att dikväveoxid och kvävgas återvänder till atmosfären. Nedbrytning av kemiska föroreningar sker

också av mikroorganismer i jorden, även organiska material sönderdelas i jorden (Prince George's County, 2007).

5.2.3 Nedsänkta biofilter (Rain gardens)

Dunnett och Clayden (2007) berättar om hur platsens förutsättningar är det första man ska försöka förstå innan man planerar en rain garden. Framförallt det befintliga fallet av vattnet på platsen. Vattnet rinner alltid till den lägsta punkten på platsen. Dunnett och Clayden skriver också att man ska utnyttja befintliga element som finns på platsen. Till exempel kan en befintlig svacka på platsen fungera som ett fördröjningsmagasin till en rain garden. Man ska utnyttja de befintliga förutsättningarna på platsen. Det finns en ekonomisk vinning i att inte modulera marken i onödan. Man ska också försöka bevara den befintliga jordstrukturen för att inte påverka jordens infiltrationsförmåga. Se figur 4.

Besiktning av platsens jord talar om vilken yta på platsen som har bäst infiltrationsförmåga, detta kan man ta i beaktning för att bestämma plats att anlägga sin rain garden. Några sätt att göra detta på är t.ex. att notera vilken yta på platsen som snabbast absorberar regnvatten efter ett kraftigt regnfall. Man kan också gräva små testgropar på platsen för att se var vattnet försvinner snabbast under jord (Dunnett och Clayden 2007).

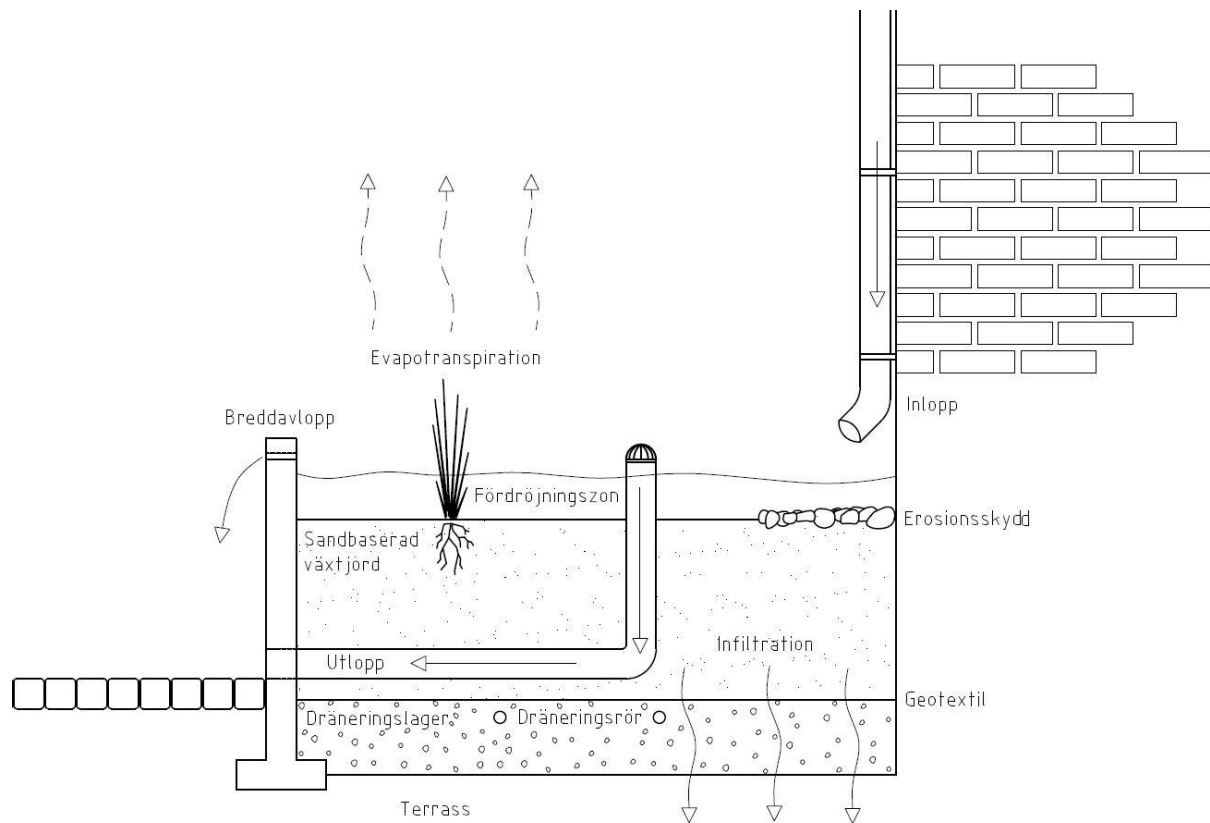


Figur 4. Uppbyggnaden av en rain garden. Illustration: Andreas Ivarsson & Jacob Brobeck

5.2.4 Upphöjda biofilter (Dagvattenplanteringar)

I Dunnett och Claydens (2007) bok beskrivs dagvattenplanteringar som en spännande utveckling inom dagvattenhantering. En fördel för planteringarna är att de kan utgöra en del av fasaden vilket gör att de kan projekteras in i små utrymmen. Se figur 5.

Enligt Dunnett och Clayden (2007) fungerar dagvattenplanteringar som ett vattenmagasin. Vattnet faller på det närliggande taket och rinner ner i planteringen via stuprören. Här magasineras vattnet tills planteringen svämmas över eller tills vattnet infiltrerats ner i badden. Om vattnet svämmas över leds vatten till nästa steg i det öppna- eller konventionella dagvattensystemet. Deras uppgift är att minska dagvattenflödet.



Figur 5. Uppbyggnaden av en dagvattenplantering. Illustration: Andreas Ivarsson & Jacob Brobeck

5.2.5 Uppbyggnad

I Lindfors, et al (2014) rapport om *grågröna lösningar i hållbara städer* beskrivs fem olika lösningar på konstruktioner av ett biofilter. Det som skiljer de olika lösningarna åt är främst hur planteringen avvattnas men även förutsättningarna för vegetationen. De komponenter som finns hos samtliga lösningar är inlopp, fördröjningszon, erosionsskydd, växtjord, bräddavlopp samt utlopp, se figur 4 & 5.

Dunnett och Clayden (2007) skriver att det finns två olika typer av uppbyggnad av biofilter. En variant som låter vattnet infiltreras direkt ner i jorden och en där vattnet passerar planteringen vidare till nästa system, vilket kallas för filtrering.

Vi har tagit Lindfors, et al (2014) fem system och grupperat in dem i Dunnett och Claydens kategorier, infiltration och filtrering.

5.2.5.1 Infiltration

De två första typerna som beskrivs i Lindfors, et al (2014) rapport är snarlika. Båda typerna förlitar sig på infiltration ner till terrassen men detta förutsätter att terrassen har hög genomsläpplighet samt att det är låg grundvattennivå. Det är viktigt vid dessa typer att det inte finns närliggande konstruktioner som kan ta skada av högre grundvatten. Skillnaden mellan de två typerna är att den ena är försedd med en dräneringsledning i botten.

Lindfors, et al (2014) beskriver även en variant med ett kapillärbrytande dräneringslager i botten som skapar en fördröjningszon under växtjorden. Detta gör att planteringen får ett utrymme där vattnet får extra tid på sig att infiltreras ner i terrassen samt förhindrar grundvattnet att tränga upp i planteringen. Denna typ är även försedd med en dräneringsledning för att förhindra överskottsvatten i växtjorden. Maria Cahill (2011) skriver att dräneringsledningen vid ett makadamlager helst skall placeras en bit från botten. Detta eftersom vid placering i botten kommer vattnet att ledas genom dräneringsröret utan möjlighet till infiltration.

5.2.5.2 Filtrering

De sista två typerna liknar varianten ovan men är försedd med en tät duk på sidorna av planteringen och under makadamlagret. Detta förhindrar vatten att tränga in i närliggande konstruktioner. Det som skiljer dessa två typer är att den ena är försedd med ett vattenlås för att behålla en del av vattnet i anläggningen. Maria Cahill (2011) skriver att filtreringslösningar används när terrassen under planteringen har för dålig genomsläpplighet för att ta hand om vattnet.

5.2.6 Växtval och växtförutsättningar

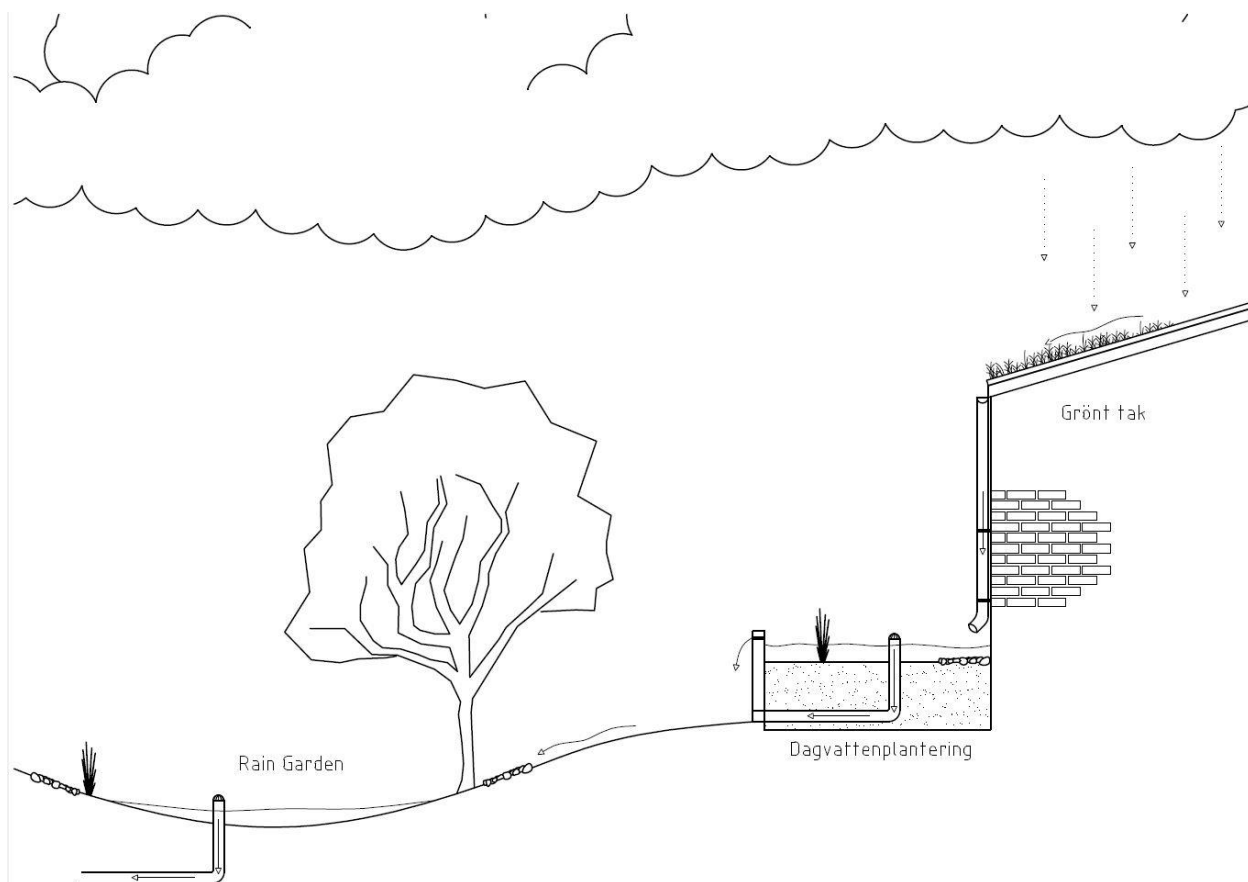
Dunnett och Clayden (2007) skriver att beroende på planterings storlek och placering kan både små träd och stora buskar planteras i växtbädden. Vanligast är dock små buskar och marktäckare. Det är viktigt att planteringen är utformad så att vattnet inte förvaras i växtbädden i över 12 timmar då det finns risk för att planteringen får anaeroba förhållanden. Helst skall vattnet infiltreras inom 2 - 6 timmar. Växtvalen måste klara av tillfälliga våta förhållanden men att de inte kan vara vattenväxter då planteringen inte är konstant vattenfylld. Maria Cahill (2011) skriver att växterna skall planteras tätt för maximerad avvattning samt minskad skötsel för ogräs.

6. Slutsats och processbeskrivning

6.1 Inledande process

Innan vi hade fått en konkret plats hade vi en vision att få vattnet att transporteras genom en sträcka från grönt tak till dagvattenplantering till rain garden. Målet var att kombinera olika öppna dagvattensystem. Från början utgick vi främst från en volymmässig hantering av dagvattnet, fördröjning av dagvattnet var i fokus. I detta stadie var vi inställda på att vår lösning skulle appliceras på en bostadsgård.

Anledningen till att vi valde att fördjupa våra kunskaper inom gröna tak, dagvattenplantering och rain gardens var att vi hade en tanke om att använda dessa system som en kedja. Från det att vattnet faller till att det når slutlig recipient, ska vattnet ha möjlighet att maganiseras, infiltreras, evaporeras, och renas i så stor utsträckning som möjligt, se figur 6.



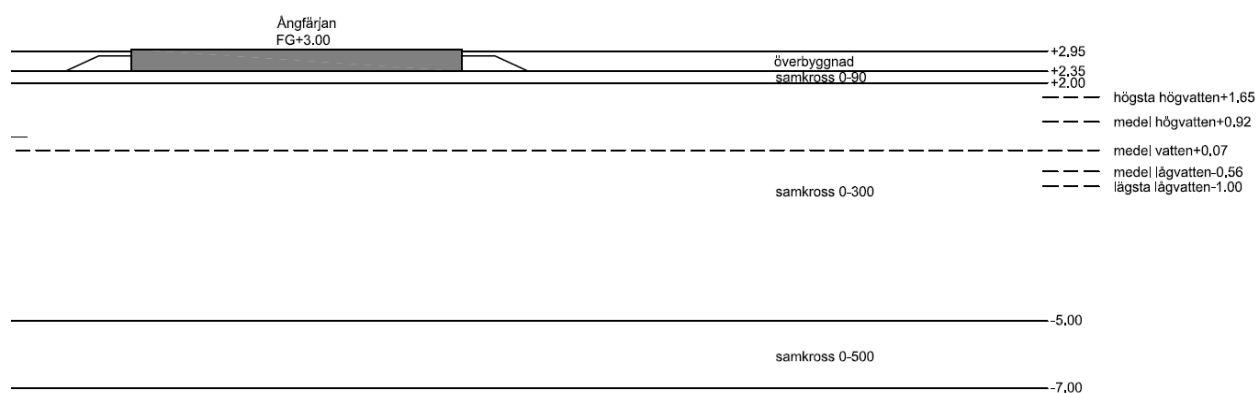
Figur 6. Kombinerad av grönt tak, dagvattenplantering och rain garden. Illustration av Andreas Ivarsson & Jacob Brobeck

Vi kunde valt andra system så som svackdike och dagvattendammar. Vi har insett att uppbygganden och funktionen inte skiljer sig avsevärt för de olika öppna dagvattensystemen. Däremot ställer de olika systemen olika krav på platsen. Eftersom vi började skriva vår litteraturstudie i tron om att vi skulle applicera våra kombinationer av system på en bostadsgård, var vi tvungna att tänka i skala av en bostadsgård. Vi ansåg att både svackdike och

dagvattendammar är alltför storskaliga system för att passa på en bostadsgård. Vi tror att både svackdike och dagvattendammar skulle fungera bra i projekt där man arbetar i större landskap.

När vi fick Ångfärjetomten ansåg vi fortfarande att det inte finns plats för varken svackdike eller dagvattendammar på Ångfärjetomten utan att påverka användningen.

Genomsläppliga beläggningar ställer krav på att markens förutsättningar. De grova fraktionerna som överbyggnaden är tänkt att byggas på bör vara genomsläpplig för infiltration, se figur 7. Vi har däremot inte haft tillgång till siktkurvan för de olika fraktionerna. Utan siktkurva har vi ingen uppfattning om kornstorleksfördelningen i de olika lagren. Är fördelningen i lagren mestadels små fraktioner är detta något som skulle kunna försvåra infiltrationen. Vi tror dock att genomsläppliga beläggningar är ett bra alternativ om man vet att platsens förutsättningar är rätt.



Figur 7 Bef. överbyggnad: Linda Karlsson, Landskapsarkitekt Helsingborgs stad.

Anledningen till att vi valde platsen berodde mest på att det inte fanns tid att vara kräsna. Ångfärjan var det första förslaget vi fick presenterat för oss. Vi tyckte att det var lockande med en offentlig plats som inte ännu var anlagd. Vi fantiserade om att det skulle ge oss friare tyglar och möjlighet att vara med att påverka ett riktigt projekt.

Vid första anblick ansåg vi att en volymmässig reducering av vattnet på platsen kanske inte ens var nödvändig, då platsen ligger precis vid havet. Vi tänkte att platsen inte kan svämma över, i alla fall inte på grund av dagvatten. Men vi hade fortfarande inte fått något utlåtande från dem som hade varit med och tagit fram förslaget.

Vi började tänka på andra problem som skulle kunna vara aktuella på platsen. Såsom olika föroreningar, vilket skulle kunna motivera öppna dagvattensystem.

6.2 Utförandet

Trots vissa tvivel om förutsättningarna kring platsen utgick vi ifrån vår litteraturstudie när vi började rita. Till en början hade vi enbart undersökt öppna dagvattenssystems vattenreducerande förmåga. För att styrka skäl till att använda oss av öppna dagvattenssystem utökade vi vår litteraturstudie. Vi att vi var tvungna att titta på andra positiva faktorer hos systemen, så som rening.

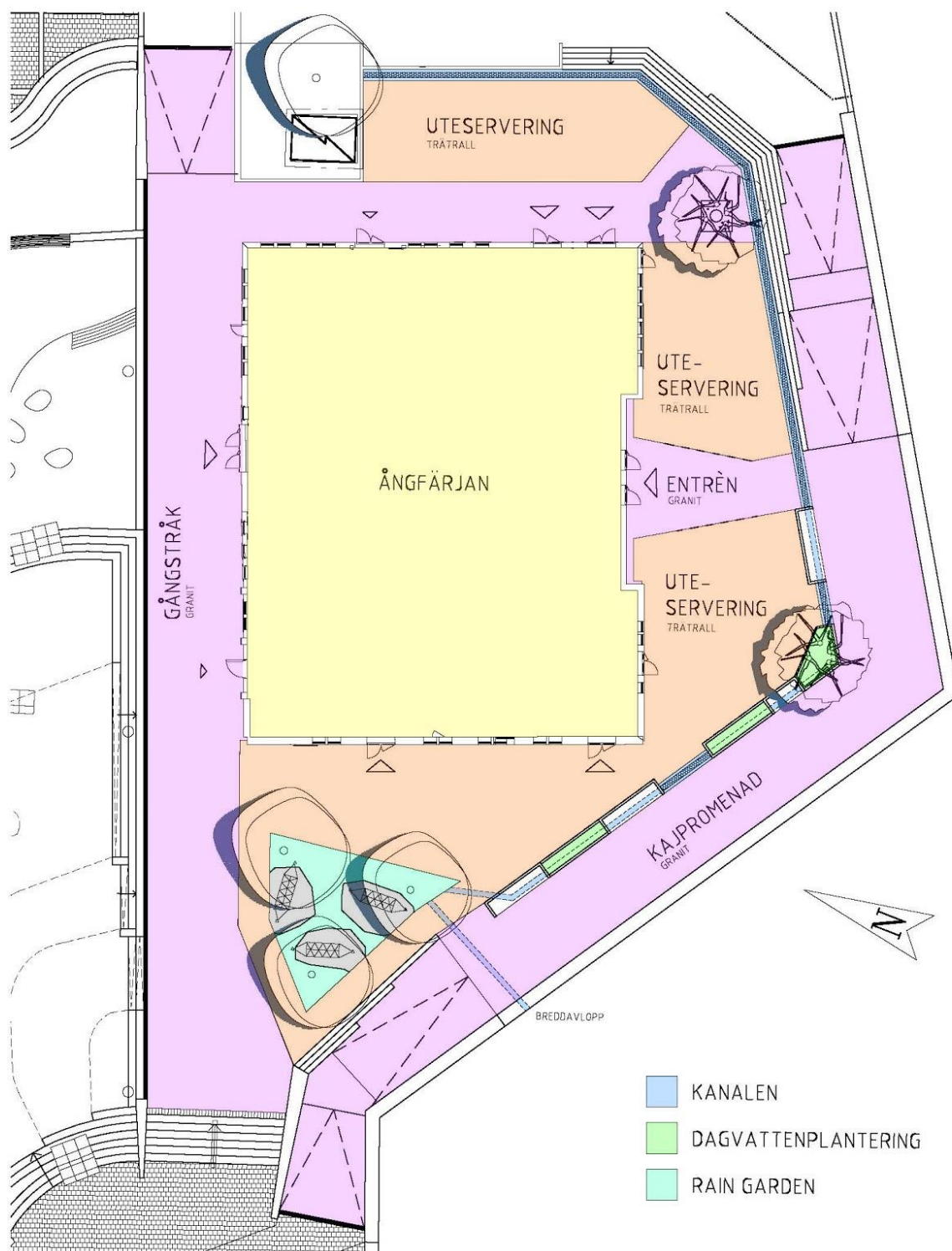
Med en fördjupad kunskap om våra dagvattenssystems vattenreducerande och renande förmåga började vi vår projektering. Vi började skissa upp ett förslag på en kanal som gick genom dagvattenplantering till rain garden och ut i havet. Kanalen gick längs med kanten runt hela uteserveringen med en svag lutning hela vägen för att få en lång transportsträcka för dagvattnet, se figur 8.

Kanalen skulle ta upp allt vatten som faller på uteserveringen samt en stor del av kajpromenaden. Anledningen till att vattnet skulle färdas under en så lång väg som möjligt var för att ge vattnet en chans till att filtreras från föroreningar på vägen. Längs med kanalen där arkitekten hade ritat in planteringsytor hade vi tänkt oss dagvattenplanteringar. Dessa planteringar skulle vara nedsänkta.

Sista stoppet för vattnet innan det leds ut i havet var tänkt att maganiseras i en stor rain garden vid hängmattorna. Tanken var att skapa en nedsänkt oas i trätrallen där vattnet vid stora skyfall bildar en damm. Hängmattorna skulle stå på stenblock i planteringen. Vi ansåg att det fanns en teknisk samt estetisk fördel att få in mer vegetation på platsen. När vi ritade in våra system försökte vi vara så diskreta som möjligt genom att ändra så lite som möjligt av den ursprungliga idén.

Vi hade även tänkt att beklä Ångfärjetaket med ett grönt tak, se figur 8. Ångfärjan verkar vara en byggnad som Helsingborg vill bevara. Risken är att ett grönt tak förstör husets karaktär och att det blir ännu svårare att motivera en sådan lösning, eftersom gröna tak primärt reducerar vattenvolymen, och i mindre utsträckning renar vattnet.

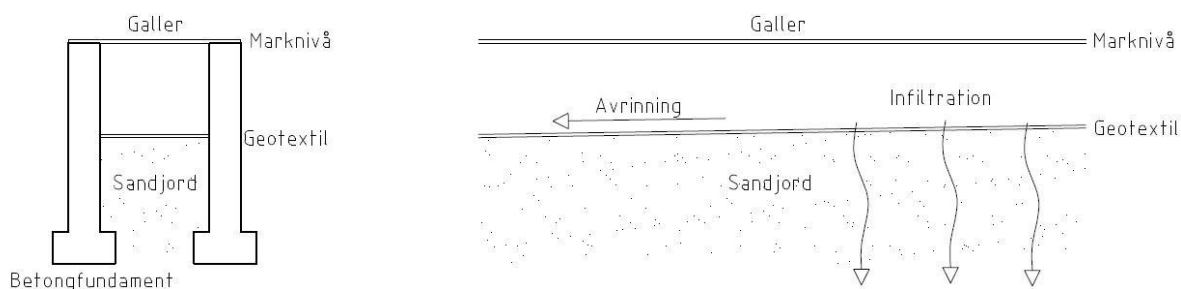
PLANRITNING



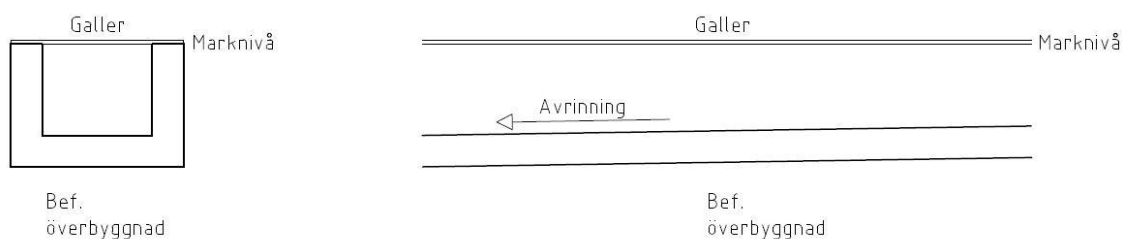
Figur 8 Planritning av Linda Karlsson, Helsingborg stad, över området runt Ångfärjan. Illustration bearbetad av Andreas Ivarsson & Jacob Brobeck

Kanalen

Vi tänkte göra en egenprojekterad vattenkanal. Anledningen till detta var att vi själva ville bestämma dimensioner, höjder och material. Tanken var att göra en betongkanal, med cortengaller i ovankant, som främst transporterade vattnet till nästa steg i systemet. Vi kom sedan på en idé att göra kanalen infiltrerbar, som en dagvattenplantering utan växter, se figur 9.1. för att öka infiltrationen ner till grundvattnet. Men här stötte vi på en del problem så som: hur lutar man ett infiltrerbart material som sand? Hur förhindrar man sand från att erodera samt jämnas ut när vatten rinner i kanalen? Kommer kanalen att transportera något vatten till planteringarna, eller kommer allt vatten bara infiltreras ner i kanalen? Vi hade en hastig idé om att försöka fixera sanden med ett lager geotextil eller ett erosionsskyddande makadamlager. Men efter ett handledningsmöte med Åsa Bensch insåg vi snart att detta inte var en hållbar lösning. Då den enda idén vi hade om att fixera geotextilen var genom att fästa den på sidorna, i betongfundamenten. Detta hade i sin tur lett till en försvagad konstruktion som förmodligen hade lett till större problem än vårt ursprungsproblem. På grund av detta bestämde vi att infiltrationen endast skulle äga rum i planteringsbäddarna, se figur 9.2.



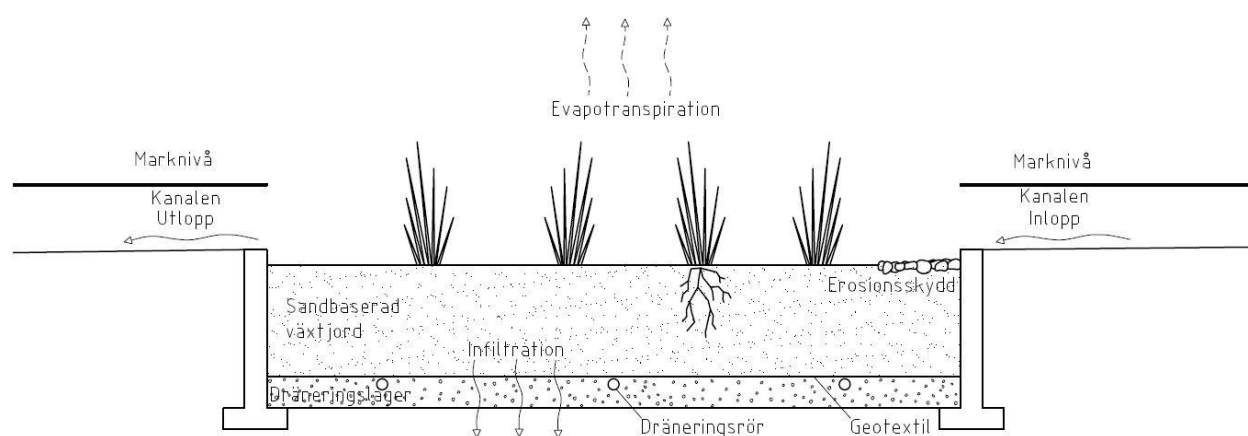
Figur 9.1. Ursprungsidé för kanalen. Illustration av Andreas Ivarsson & Jacob Brobeck



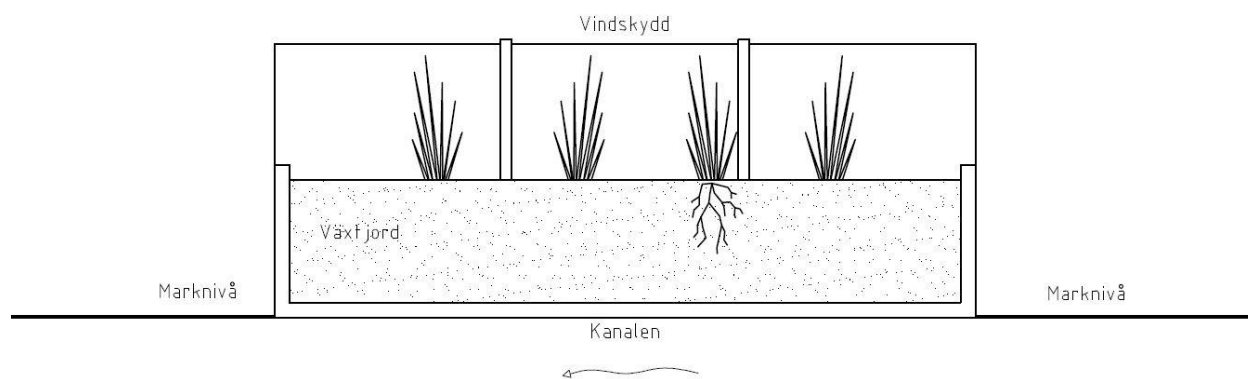
Figur 9.2 Reviderad idé för kanalen. Illustration av Andreas Ivarsson & Jacob Brobeck

Dagvattenplanteringen

Tanken med dagvattenplanteringarna var att göra renande infiltrerbara vattenmagasin längs med kanalen, se figur 10.1. Detta skulle implementeras på arkitektens redan utritade planteringar runt uteserveringen. Vattnet skulle rinna längs med kanalen ner i dagvattenplanteringen och sedan vidare i kanalen till nästa dagvattenplantering och till sist till den stora rain garden. Men här uppstod en del frågor. Kommer de första planteringarna i systemet att få betydligt mer vatten än de längre ner i systemet? Kommer vattnet att kunna rinna igenom planteringen vidare i kanalen eller kommer allt vatten att infiltreras i växtbädden? I arkitektens illustrationer är dessa planteringar upphöjda samt med glasskiva som vi uppfattar som ett vindskydd mot uteserveringen. Detta vindskydd skulle då försvinna om vi gjorde vår idé på nedsänkta dagvattenplanteringar. Vi bestämde oss utifrån dessa frågor och funderingar att låta kanalen gå under arkitektens upphöjda planteringar samt endast ha infiltration i den slutliga rain garden, se figur 10.2.



Figur 10.1 Ursprungsidé för dagvattenplanteringen. Illustration av Andreas Ivarsson & Jacob Brobeck



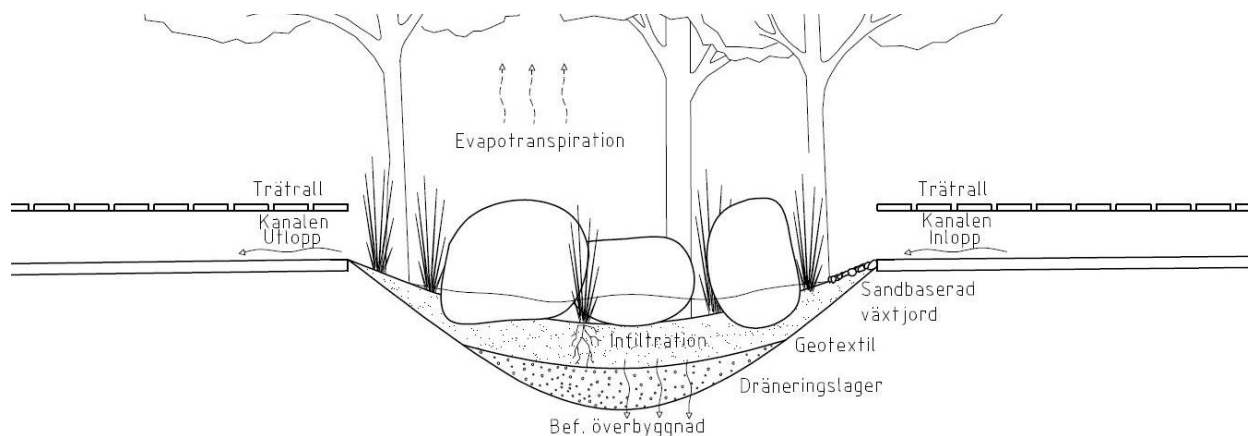
Figur 10.2 Reviderad idé för dagvattenplanteringen. Illustration av Andreas Ivarsson & Jacob Brobeck

Rain garden

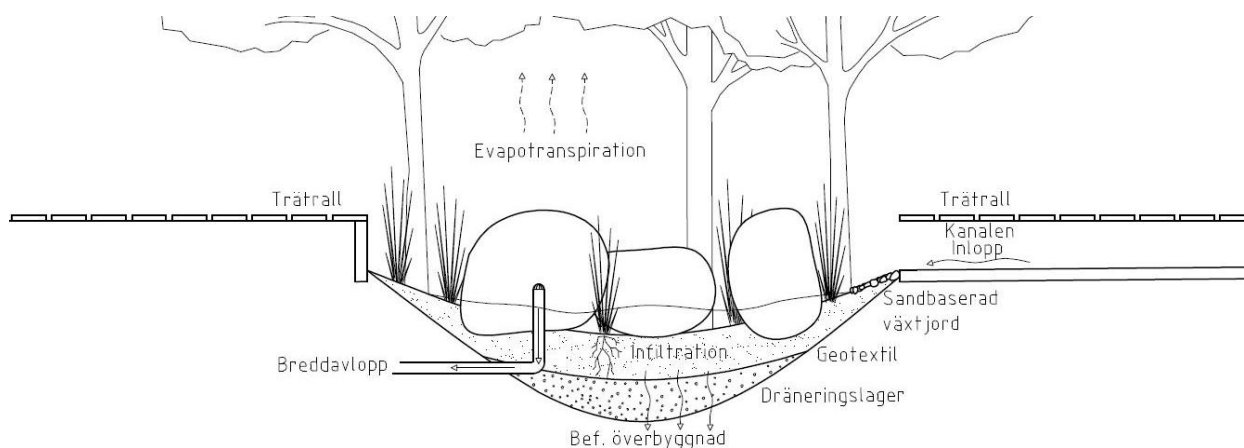
Det sista stoppet i vår kedja av system är vår rain garden. Belägen väster om ångfärjan blir det den slutliga recipienten efter att vattnet färdats genom kanalen.

För att få en uppfattning om hur vi skulle dimensionera vår rain garden tittade vi på hur stor den totala avrinningsytan var. Vi använde oss sedan av nederbördsstatistiken vi hade sammanställt. Vi gjorde vår rain garden 70 m². Vi har ett breddavlopp, 30 cm från växtjorden. Detta betyder att den kan fyllas med $(70 \cdot 0,3 =) 21 \text{ m}^3$ innan vattnet flödar vidare ut i havet. 21 m³ motsvarar $(21 \cdot 1000 =) 21000$ liter. Vår rain garden kan alltså fyllas med 21000 liter innan den transporterar vattnet vidare ut i havet. Tittar man på statistiken så faller det i snitt 50 mm regn per månad i Helsingborg. Den totala avrinningsytan är ca 1100 kvm. Detta betyder att det i snitt kommer att vara $(1100 \cdot 50 =) 55000$ liter vatten per månad som kommer falla på platsen.

Vi hade en tanke om att vattnet skulle föras vidare i en kanal vidare till andra ytor på området, men beslutade oss för att rain garden skulle vara det sista stoppet på vår kombination av dagvattensystem, se figur 11.1. Eftersom att vi hade offrat infiltrationen på både kanalen och dagvattenplanteringen, beslutade vi oss för att så mycket vatten som möjligt skulle magasineras för rening på platsen och endast använda oss utav breddavloppet, se figur 11.2.



Figur 11.1 Ursprungsidé för rain garden. Illustration av Andreas Ivarsson & Jacob Brobeck



Figur 11.2 Reviderad idé för rain garden. Illustration av Andreas Ivarsson & Jacob Brobeck

Gröna tak

Det gröna taket är som vi har nämnt, kanske det minst motiverade systemet av de system vi har tittat på till platsen. Hade det varit tal om enbart en volymmässig reducering av dagvattnet på platsen hade gröna tak varit en bra idé. Man kan räkna med att minst 50 % av det vattnet som faller på ytan som taket utgör hade kunnat tas om hand om.

Vi anser att den renande effekten inte hade blivit så stor då det är främst de vegetativa delarna som motverkar föroreningar. Ett grönt tak vegetation är så pass liten i förhållande till andra grönområden att man förmodligen inte hade kunnat utgöra någon märkbar skillnad.

Rent tekniskt så är gröna tak inget vi hade konstruerat själva, då det finns pre-fabricerade produkter. Vi har däremot under vår fördjupning lärt oss saker som vid en eventuell beställning gjort att vi hade ställt krav på leverantören.

Ångfärjans tak har på de flesta ställen en brant lutning. Ett tak som lutar 5 % eller mer har inget behov av ett dräneringslager, dels för att det hämmar vegetationen på taket att ta upp det vatten som faller, och dels för att vi räknar med att det blir en onödig kostnad.

Vi vill ha ett tak som är inte är större än 5 cm på djupet då den volymmässiga hanteringen av vattnet inte förändras i förhållande till tjocklek på taket upp till 12 cm. Är taket mindre än 5 cm riskerar taket och dess överbyggnad att drabbas av frostsador. Detta talar för ett extensivt grönt tak då överbyggnaden blir relativt liten, vilket vi ser som en fördel då skötselnivån och kostnaden för taken blir avsevärt mindre.

Vi skulle också ställa krav på att följande lager ska ingå:

Växtjordlager
Filtrerande lager
Rotskyddande lager
Tätskikt

6.3 Helsingborgs stads lösning

Innan vi visste hur arkitekten hade tänkt kring dagvattenhantering på platsen funderade vi kring för- och nackdelar med att utnyttja platsen omgivning. Skulle man kunna använda havet som utlopp, utan att rena vattnet innan? Det skulle innebära en enkel lösning för dagvattenhanteringen på platsen. Men hur hållbar? Hur påverkar det miljön? Hur stor skillnad skulle vår lösning egentligen göra? Är det värt det? Vem har ansvar?

Linda Karlsson, 2015-11-27, Landskapsarkitekt på Helsingborgs stad, är gestaltungsansvarig för ombyggnaden för Ångfärjan. Hon beskriver att deras tanke är att arbeta med aco drains, där vattnet går i ledningar under mark till utlopp i havet. Ingen fördröjning av dagvattnet anses nödvändig. Linda menar också att bristen på parkeringsytor och trafikerade ytor runt om Ångfärjetomten gör att reningsbehovet inte är så stort.



Figur 12. På bilden ser vi hur de ljusgröna linjerna representerar de rännor och brunnar som ska föra bort dagvatten från platsen och ut i havet. Illustration av Linda Karlsson, Landskapsarkitekt Helsingborgs stad.

Vi ser på den södra delen av byggnaden att det idag inte är planerat några brunnar eller rännor. Vi kan anta att de enbart kommer använda sig av en höjdsättning som gör att dagvattnet naturligt rinner från byggnaden och uteserveringen ut på kajpromenaden för att tillslut rinna ut i havet, se figur 12. Deras tanke är att leda ut vattnet direkt till havet.

Linda Karlsson berättar dock att en av de stora utmaningarna på platsen är att få de vegetativa delarna att fungera. Linda säger att de måste göra rätt artval och ge växterna rätt förutsättningar.

7. Diskussion

Om man ser till att hantera dagvattnet på platsen verkar det råda ett samtycke hos de ansvariga att man inte vill konstla till det. Man har inte planerat några omvägar för vattnet, det ska så snabbt som möjligt ner i havet och tillbaka i kretsloppet. Vi förstår att de ansvariga har valt att göra en enkel lösning, men det skulle vara intressant att veta vad det största motargumentet för att använda sig av öppna dagvattensystem är.

Efter vår fördjupning och projektering är vi båda förespråkare för att använda oss av öppna dagvattensystem i så stor utsträckning som möjligt när vi kommer ut i arbetslivet. Vi anser att det finns en koppling mellan att använda sig av öppna dagvattensystem och långsiktig och hållbar stadsutveckling. Vi ser att det kan vara en lösning för att minska överbelastandet av konventionella ledningar, samt att rena vattnet som sedan släpps ut i våra vattendrag.

Kan man i större utsträckning använda sig av öppna dagvattensystem för att ta hand om dagvattnet, betyder det att man kan få in mer grönska i städerna. Får man in mer grönska i städerna kan det resultera i både renare luft och vatten. Det känns rimligare att utveckla städer med dagvattensystem som har en positiv inverkan på miljön, än system som inte har någon, eller bara negativ påverkan. Att fortsätta att bara exploatera städer med mer konventionella ledningar är lite att blunda för problemet.

Som vi nämner i bakgrunden finns det miljöaspekter i Helsingborg som behövs arbetas med. Att utnyttja öppna dagvattensystem positiva egenskaper kommer inte lösa problemet på egen hand men det är ett steg i rätt riktning. Vi är medvetna om att öppna dagvattensystem inte kan ersätta konventionella ledningar fullt ut. Men vi anser att man alltid bör försöka kombinera de två.

Vad kan då vara anledningen till att man drar sig för att använda sig av öppna dagvattensystem? Brist på kunskap om de olika systemen samt allmän okunskap om dagvatten skulle kunna vara en anledning. Vår övertygelse om öppna dagvattensystem växte starkare ju längre in i arbetet vi kom.

Vi har främst tittat på de tekniska fördelarna och utlämnat den ekonomiska aspekten. Kanske är det helt enkelt för dyrt med öppna dagvattensystem i förhållande till de positiva effekter de har.

Man kan ställa sig frågor som:

- Är de positiva effekterna av öppna dagvattensystem för dyra?
- Finns det långsiktig ekonomisk vinning i att använda sig av öppna dagvattensystem?

De här frågorna är något som man skulle kunna göra framtida examensarbete kring, med vårt arbete som grund.

Källorna som legat till grund för vår litteraturstudie har varit av varierande kvalité. Gemensamt för majoritet av källor vi använt är att de är vanligt förekommande i arbeten som skrivs om dagvatten och öppna dagvattensystem. Genom att läsa andra arbeten med liknande inriktningar fann vi källor som återkom gång på gång. Detta ansåg vi vara någon slags garant för bra innehåll och trovärdiga källor.

Vi anser att vårt tillvägagångsätt har fungerat bra. Hade vårt arbete enbart bestått av en litteraturstudie hade ett bredare intag av litteratur, framför allt i fördjupningsdelen krävts. Då hade vi i större utsträckning satt olika påståenden mot varandra. Vi har inte känt att det har varit det primära i detta arbete då vår litteraturstudie endast fungerar som en slags språngbräda för att kunna motivera våra val i projekteringen.

8. Källor

Cahill, M. (2011). *Stormwater Planters*. Oregon: Oregon Sea Grant Corvallis.

Tillgänglig: http://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0C_CwQFjAEahUKEwiK2JOX85nJAhUI1iwKHY-sDKo&url=http%3A%2F%2Fextension.oregonstate.edu%2Fstormwater%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FPlanters_0.pdf&usq=AFQjCNEB4zBGGnoqvD3ZXyHlkkMSDWbJsA&sig2=YGuedql5-HnVCul_W2Xxug (2015-11-24)

Dietz, M. E. (2007). *Low impact development practices: A review of current research and recommendations for future directions. Water, air, and soil pollution*. Utah: Utah state University.

Tillgänglig: <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11270-007-9484-z.pdf> (2015-11-9)

Dunnett, N., Clayden, A. (2007). *Rain Gardens*. 3. uppl. Portland, Oregon: Timber press Inc.

Dunnett, N., Kingsbury, N. (2004). *Planting green roofs and living walls*. Portland, Oregon: Timber press Inc.

Emilsson, T. (2006). *Extensive vegetated roofs in Sweden: Establishment, development and environmental quality*. Diss. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.

Ferguson, B. (2005). *Porous pavements: The Overview*. Georgia: University of Georgia School of Environmental Design.

Tillgänglig: <http://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwih66Tz7-rLAhXL1SwKHYyaAqsQFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.rmc-foundation.org%2Fimages%2FPCRC%2520Files%2FApplications%2520%26%2520Case%2520Studies%2FPorous%2520Pavements%2520-%2520The%2520Overview.pdf&usq=AFQjCNHDSgSHQFzWR47LgU2xgDlord6QyQ&sig2=rmAZ0SszIBjb05riCP7GRA> (2015-11-19)

Scandinavian Green Roof Institute (2013). *Green roofs Damm och luftpartiklar*.

Tillgänglig: <http://greenroof.se/about-green-roofs/> [2015-11-24]

Helsingborg (2015). *Ångfärjan Stadsutvecklingsprojekt*.

Tillgänglig: <http://www.helsingborg.se/startside/trafik-och-stadsplanering/stadsutvecklingsprojekt/angfarjan/> [2015-11-24]

Helsingborg (2015). *Kartor*.

Tillgänglig: <http://kartor.helsingborg.se/stadsatlas/> [2015-07-12]

Junestedt, C., Bergström, R., Larsson, K., Marcus, H.O. & Furusjö, E. (2007). *Dagvatten i urban miljö*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet AB. IVL Rapport B1699.

Tillgänglig: http://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi9lv2_8-rLAhUGFSwKHVITC8MQFggbMAA&url=http%3A%2F%2Fwww3.ivl.se%2Frapporter%2Fpdf%2FB1699.pdf&usq=AFQjCNHVZEBSVlq84ZUnlStCCeE4Y9iVcQ&sig2=cX-ZNU0siNBnLk9bZGbSWw

Lindfors, T., Bodin-Sköld, H. & Larm, T. (2014). *Grågröna systemlösningar för hållbara städer. Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer*. Vinnova

Länsstyrelsen (2015). *Svackdiken Vatteninformationssystem Sverige*

Tillgänglig: <http://viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasureType.aspx?measureTypeEUID=VISSMEASURETYPE000787> [2015-11-9]

Naturvårdsverket (2015). *Miljökvalitetsnormer. Stöd i miljöarbetet*.

Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Miljokvalitetsnormer/Miljokvalitetsnormer-for-utomhusluft/> [2015-11-24]

Prince George's County (2007). *Bioretention manual*. Maryland: Department of Environmental Resources.

Tillgänglig: http://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAAahUKEwi396-P8pnJAhWomXIKHS4yAYE&url=http%3A%2F%2Fwww.aacounty.org%2FDPW%2FHigways%2FResources%2FRaingarden%2FRG_Bioretention_PG%2520CO.pdf&usq=AFQjCNFmpQozl9RLMMaPQkJhwNArWiENNw&sig2=M7nj2uC-iUz12zg2BRcwzg&bvm=bv.107763241,d.bGQ (2015-11-26)

SMHI (2015). *Kväveoxid. Om luftföroreningar*.

Tillgänglig: <http://www.smhi.se/reflab/om-luftfororeningar/luftfororeningar/kvavedioxid-1.19620> [2015-11-24]

Stahre, P. (2004). *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering – Planering och exempel*. Stockholm: Svenskt vatten.

Weiler, S.K. & Scholz-Barth, K. (2009). *Green Roof Systems – A guide to the Planning, Design, and Construction of Landscapes over Structure*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Icke publicerat material

Karlsson, L. Landskapsarkitekt, Helsingborgstad, över mail 2015-11-27